

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑤ Int. Cl²H 03 K 19/14
G 01 S 3/098
G 01 S 3/19

⑥ 日本分類

98(5)G 292
99(5)J 4

⑦ 日本国特許庁

⑧ 特許出願公告

昭51-25710

特 許 公 報

⑨ 公告 昭和51年(1976)8月2日

庁内整理番号

発明の数 1

(全 6 頁)

1

2

④ レーザー・ダイオードの発振モード変換を利用
する光結合装置

審 判 昭43-3955

① 特 願 昭39-64199

② 出 願 昭39(1964)11月13日

③ 発 明 者 西沢潤一

仙台市米ヶ袋中丁56

同 佐々木市右エ門

宮城県宮城郡多賀城町八幡沖ノ井

同 石田勝彦

仙台市長町越路3 富沢方

④ 出 願 人 財団法人半導体研究振興会

仙台市川内

図面の簡単な説明

図は本発明の実施例で、第1図aは本発明の原理を構成的に示したものであり、第1図bは外部からの刺激による発振モードの変化を示している。第2図はレーザー・ダイオードの電流-発光特性を示す。第3図、第4図、第5図、第6図は本発明の具体的実施例である。

発明の詳細な説明

本発明はレーザー・ダイオードからの発光波長及び発光強度を、他のレーザー・ダイオードからの光により制御して光論理装置をつくることに係る。

従来のレーザー光の相互作用を用いた光増巾及び光制御の方法は発光していない向きから光を当ててレーザー光を消すか、発光している向きから光を当てて、発光しているレーザー光を増倍することによつて、光の強くなつたり、弱くなつたりすることを利用するものであつた。しかし本発明は、レーザー発光しているレーザー・ダイオードに外部からレーザー光を入射することによつて、該レーザー・ダイオードのレーザー・発振モードのうち、あるモードの発振を励起したり、あるい

は、ある特定のモードの発振を消滅したりすることによつて、レーザー・ダイオードを用いた光論理装置を提供するものである。即ち、レーザー・ダイオードに入射するレーザー光によつて、該レーザー・ダイオードの発振モードを制御し、該レーザー・ダイオードの特定のモードのオン、オフを検出して、光-光制御の論理素子をつくるものである。従来のレーザー・ダイオードを用いた光論理素子は電流を入力信号としているので、動作時間は電流信号の伝搬速度で制限され、 10^{-9} 〜 5×10^{-10} 秒の動作速度が限度であらう。しかし、本発明の光論理素子は光信号を入力するので、動作速度はレーザー・ダイオードの動作速度で限定され、 10^{-12} 秒程度になると考えられる。1つの光入力信号で、多数の出力信号(レーザー・ダイオードの発光モード)を制御することが出来ること、及びオン、オフ動作であるので、外部からの雑音に対して強い論理素子ができること等の特徴がある。これについては、具体的実施例の説明と合せて述べる。

一般に一つのレーザー・ダイオードの発振モードは複数個あり、外部からあるモードの光を当てると、それと結合し易い発振モードは強められるが、反対に結合し難いモードのものは弱められる。このように入射する1つのモードの光によつて複数個の出力を制御することができる。レーザー・ダイオードは非直線性素子であつて、光を強めることは弱めることに比べると少いパワーですむ。入射するモードの光を強くするならば、入射光のない場合には検出の難かしかつたモードの発振を生ずることもある。このモードを用いるとか、光検出部にモノクロ・メーターを入れる等すれば、外部に得られる変化はモードの強弱ではなく、完全なオン、オフとなり、雑音も少なく、且つ雑音に対して強い光論理装置ができる。

次に図面によつて詳細に説明する。第1図aは本発明の原理を説明するものであり、入射光 L_1 を

3

出すレーザー・ダイオード1、その光を受けモードの変化をするレーザー・ダイオード2よりなる。レーザー・ダイオード2より出る光は入射光 λ_1 に平行なレーザー・ダイオード2の出力光 λ_2 と垂直な出力光 λ_2' であらわされる。今レーザー・ダイオード2は入射光 λ_1 のない時、それ自体の構造及び材料によつて定まる安定な発振モード $\lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23}, \lambda_2'$ を持つとする。一般にはダイオードに固有な発振モードの数はダイオードの材料、構造、及び電流によつて定まる。今、簡単のため4個の発振モードがあると考え。また説明では長方形のレーザー・ダイオードを用いているが、長方形に限られるものでなく、三角形、五角形等種々の形状のものについて同じである。レーザー・ダイオード2に加えられるエネルギーを一定に保つ場合について述べると、このレーザー・ダイオード2に入射光 λ_1 が入ると、入射光 λ_1 と一致またはそれに近いモード λ_{21} は強められるが、入力エネルギー一定の条件から他のモード $\lambda_{22}, \lambda_{23}$ は却つて減少する。垂直なモード λ_2' は一層減少が強く、入射光 λ_1 が非常に強くなると殆んど消失してしまう。この状態は第1図bに示されている。実線はレーザー・ダイオード2に安定な発振モード $\lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23}, \lambda_2'$ を示し、点線は入射光 λ_1 が入つた場合のそれらのモードの発光強度の変化する様子を示す。破線は入射光 λ_1 が非常に強くなり、レーザー・ダイオード2では元来不安定であつたモード λ_{24} が発振することを示している。このモード λ_{24} はレーザー・ダイオード1と関係のあるものである。このようにレーザー・ダイオード2が入射光 λ_1 を受けると、それ自体で安定なモードのあるものは増倍され、他は減少される。またはそれ自体では不安定で発振しなかつたモードの発振が生じることもある。上の説明でわかる通りモードの変化によつて得られる出力は複数個である。レーザー・ダイオードの出力光の強さ I と入力電流 I の関係は非直線性となる。その関係は第2図に示す。従つてレーザー・ダイオードを図中B点にバイアスし、これに入力信号を入れる場合、入力微少な増加によつて得られる出力光の増加は大きい。同じだけ入力を減少させても出力光の減少はそれ程大きくない。

このようにモードを強めることは簡単であるが、

4

弱めるためには大きな入力変化が必要となる。このことは入射光 λ_1 の中に増倍されるモード λ_{21} を弱めるようなモードが含まれていてもその効果は小さいことになる。従つて雑音にも強い安定な動作をする光論理装置ができる。また一度発振し始めたモードは安定な発振を続けることを意味するが、内部損失、屈折損失のためにそのようにならないことが多い。

次に上の原理を用いた本発明による具体的な光論理装置について説明する。

第3図は、1つの光入力信号で、複数個の出力信号を制御する装置を示すものである。レーザー・ダイオード1及び2、斜面の部分が半透明になつた直角プリズム3、4、5、モノクロ・メータ或いは干渉フィルター等の特定の波長の光だけを選別できる装置からなるモード選別装置によつて選別された $\lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23}$ の波長の光だけの夫々の出力光を増巾するレーザー・ダイオード9、10、11及び12よりなる。レーザー・ダイオード2に入射光 λ_1 が入つていない時には増巾レーザー・ダイオード9、10、11、12から出てくる波長は夫々異なり、しかもすべて強い光（オンの状態）である。しかし、入射光 λ_1 がレーザー・ダイオード2に入ると、モード λ_{21} は強められる（オン）が、他は弱められるからオフの状態となる。レーザー・ダイオード光増幅器9の出力に現われるモード λ_{21} の光を光電子増倍管、フォト・ダイオード等の光検知器で検出するがこれらの検出部のバイアスを適当に選べば入射光 λ_1 のない時をモード λ_{21} はオフ状態、入射光 λ_1 のある時をオン状態とすることができる。この時の各モードのオン、オフのパルスは第3図bに示すようになり、単安定マルチ・バイブレーターとなる。今モード選別装置6、7、8に光を入れるために、半透明面を持つ直角プリズムを用いたが、減衰を少なくするために、光学レンズ系と分光器を組み合わせて用いるとよい。

第3図の具体的実施例では外部より入射光 λ_1 が入っている間はモード λ_{21} は強められているが、入射光 λ_1 がなくなると、モード λ_{21} ももとの状態にもどつた。これは自然放出、内部損失、屈折損失等によるものである。しかしレーザー・ダイオード2のP-N接合の不純物濃度分布をステップにする；内部損失を少なくする；反射面を完全

5

反射面にする等の方法によつて、入射光 λ_1 によつてレーザー・ダイオード2で発振を始めたモードを入射光 λ_1 がなくなった後も持続発振させることが可能である。レーザー・ダイオード2はそれ自体の中に上の方法によつて強い正帰還を持つこととなるからである。しかし損失を無くすることはできないから、永久的に持続発振するものではなく、時間と共に少しずつ減衰するようになる。

第4図は、本発明を用いた双安定マルチ・バイブレーターの機能を持つ光論理装置を示す。

第4図aはレーザー・ダイオード13の側面に入射光 λ_1, λ_1' を入れる部分及び出力光 λ_2, λ_2' を取り出す部分を除いて、他を完全反射面とした場合の例である。入射光 λ_1 によつてレーザー・ダイオード13はモード λ_2 で発振を始め、入射光 λ_1 がなくなった後も持続するが、強い入射光 λ_1' が入ってくると消滅し、代わりにモード λ_2' が発振を始める。この時の光パルスの関係は第4図bに示される。即ち双安定マルチ・バイブレーターができることになる。

第5図はOR回路の光による実現図である。前述から明らかなようにいずれかの側から光が入射する時、レーザー・ダイオードは夫々のモードでオンになるから、この双方のモードの光を検知するようにすればOR回路ができる訳である。即ち、レーザー・ダイオード14、反射鏡15、出力光 λ_2, λ_2' のみを検出する検出装置16より構成される。

第6図はAND回路の実施例を示す。レーザー・ダイオード18のレーザー発光方向と直交する方向から、レーザー・ダイオード18に、レーザー・ダイオード17の出力光を入射し、このレーザー・ダイオード17の出力光の入射によつて、レーザー・ダイオード18のモードの1つであるモード λ_4 の発振は消滅するように、レーザー・ダイオード17、18に流す電流を設定する。レーザー・ダイオード17に、レーザー・ダイオード17のレーザー発光方向に垂直な方向からモード λ_3 のレーザー光を注入することによつて、レーザー・ダイオード17の発振は消滅するように、モード λ_3 の強度を選ぶ。レーザー・ダイオード18は、外部からの入射光がないときには多くのモードで発光するが、モード λ_4 のレーザー光の入射によつて、モード λ_4 の発振が励起、または強められ、

6

他のモードの発振は消滅または強度の減少を起すように、入射光のモード λ_4 の波長及び強度を定める。レーザー・ダイオード18の出力光のうちモード λ_4 だけを検出するように、モード選択装置、光増巾器及び光電気変換装置よりなる検出装置19を設定する。このような組合せの装置では、モード λ_4 の出力が得られるのは、モード λ_3 のレーザー光がレーザー・ダイオード17に、モード λ_4 のレーザー光がレーザー・ダイオード18に夫々入射したときのみである。このようにしてANDの機能が得られる。これらの場合にも検出装置16、19は特定のモード $\lambda_2, \lambda_2', \lambda_4$ のみを検出することによつて高い利得を得ることができ、雑音も少ない。

このようにして、本発明の主旨を組み合わせたことによつてフリップ・フロップ回路、OR回路、AND回路等を実現することができるから、加算回路、二進カウンタ、二進十進変換器等をつくることができる。

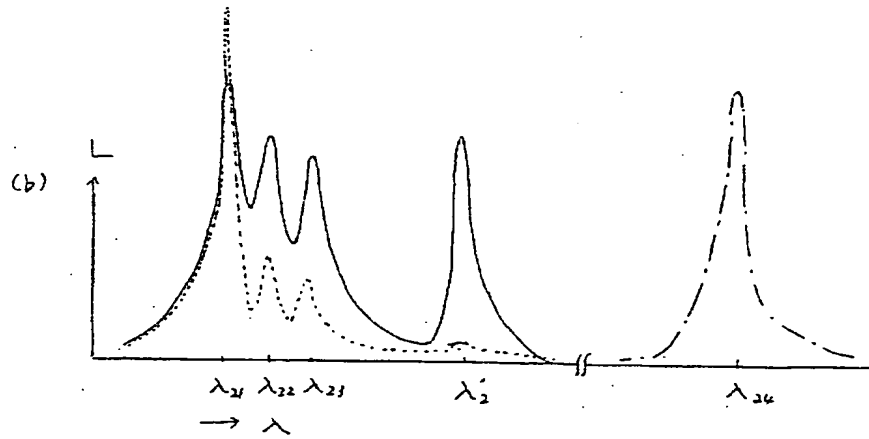
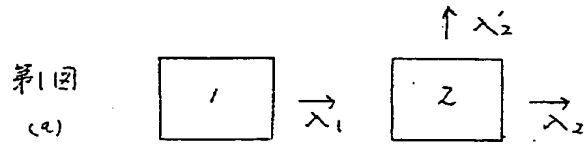
⑤特許請求の範囲

1 それぞれに固有な、複数のレーザー・発振モードを有する第1および第2のレーザー・ダイオードを備え、前記第1のレーザー・ダイオードに前記第2のレーザー・ダイオードからのレーザー光を当て、前記第1のレーザー・ダイオードを単独で作動させた場合のレーザー光の発光方向と同じ方向に於けるレーザー発振モードのうち、或るいくつかのモードのものは強め、かつ、その他のモードのものは弱めるようにその発光強度を選択的に制御することによる、あるいは、前記第1のレーザー・ダイオードの発振モードを前記同一発光方向における他の発振モードに変換することによる。発振モードの変換を利用して、前記第1のレーザー・ダイオードに光論理動作を行なわせることを特徴とする光結合装置。

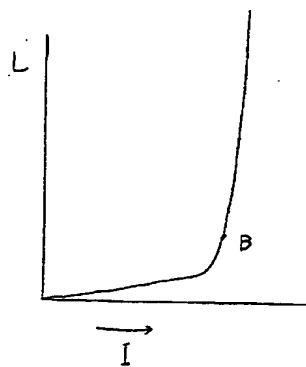
⑥引用文献

Journal of Applied Physics, 35(7)
pp. 2275~2276
Solid-State Electronics, 7(10)
pp. 707~716
IBM Technical Disclosure Bulletin,
6(2), p.82

IBM Journal of Research and
Development, 8 (4) pp. 471~475

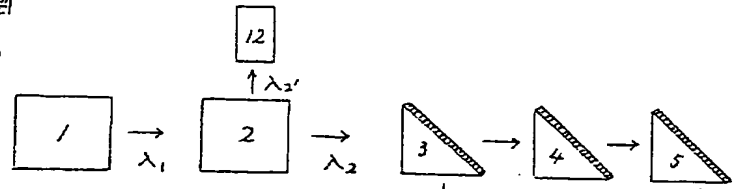


第2図

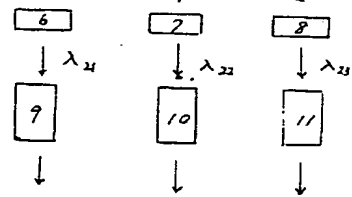
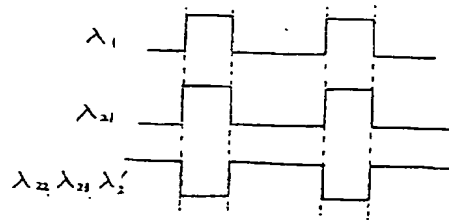
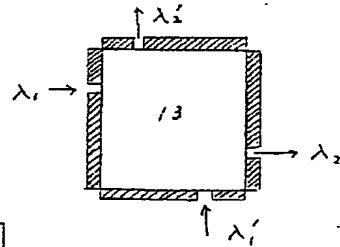


第3回

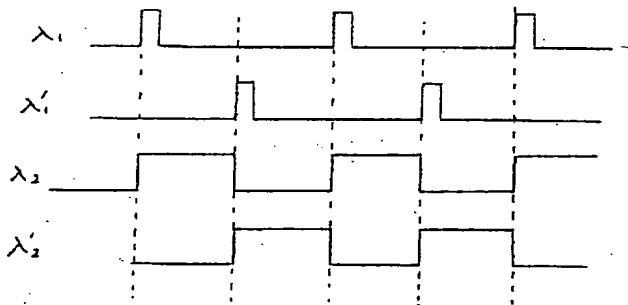
(a)



(b)

第4回
(a)

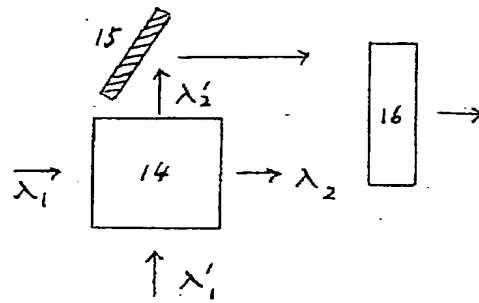
(b)



(6)

特公 昭 51-25710

第5圖



第6圖

